

MENU**SEARCH****INDEX****JAPANESE****BACK**

2 / 2

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-169753

(43)Date of publication of application : 05.07.1989

(51)Int.Cl.

G11B 7/24
B41M 5/26
G11B 7/00
G11B 7/085

(21)Application number : 62-327762

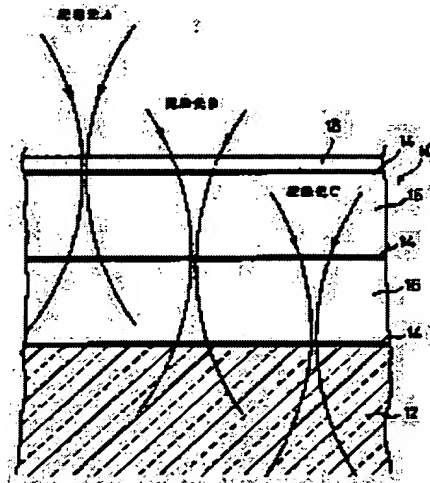
(71)Applicant : MITSUI PETROCHEM IND LTD
NIPPON HOSO KYOKAI <NHK>

(22)Date of filing : 23.12.1987

(72)Inventor : SAITO NOBUO
MIZUMOTO KUNIIKO
TOGAMI YUJI**(54) OPTICAL RECORDING MEDIUM AND REPRODUCING METHOD THEREWITH****(57)Abstract:**

PURPOSE: To increase the volumetric recording density of a recording medium and to record/reproduce with a simple and inexpensive device by providing the transparent intermediate layer of such a thickness as to make recording layers farther apart so that there exist not more than two recording layers within the focussing depth of light.

CONSTITUTION: Respective recording layers 14 are made apart by the transparent intermediate layer 16 so that no more than two layers 14 exist simultaneously within the focussing depths of recording beams A, B, C. So the recording beams A, B, C are so controlled by a focussing servo mechanism that they focus at only one layer 14, and information is recorded in the focussed layer 14. Next, at the time of reproducing information, a reproducing beam receives an intensity variation depending on the state of the focussed layer 14 and thus information is reproduced, however, the beam is not influenced by the layer 14 which is not focussed. Therefore, information can be reproduced separately from the respective layers 14. As a result, the volumetric recording density of the medium can be increased, and the recording and reproducing can be executed with a simple and inexpensive device.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of

This Page Blank (uspto)

⑫ 公開特許公報(A)

平1-169753

⑤ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)7月5日

G 11 B 7/24
B 41 M 5/26
G 11 B 7/00
7/085

B-8421-5D
V-7265-2H
Q-7520-5D
B-7247-5D

審査請求 未請求 発明の数 2 (全8頁)

⑭ 発明の名称 光記録媒体及びそれを用いた再生方法

⑰ 特 願 昭62-327762

⑱ 出 願 昭62(1987)12月23日

⑲ 発 明 者 斎 藤 信 雄 東京都世田谷区砧1丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内
⑲ 発 明 者 水 本 邦 彦 千葉県市原市有秋台西2丁目4番地の1
⑲ 発 明 者 戸 上 雄 司 千葉県市原市有秋台東3丁目2番地
⑲ 出 願 人 三井石油化学工業株式会社 東京都千代田区霞が関3丁目2番5号
⑲ 出 願 人 日 本 放 送 協 会 東京都渋谷区神南2丁目2番1号
⑲ 代 理 人 弁理士 鈴木 俊一郎

日 月 年 日 時 分 秒

1. 発明の名称

光記録媒体及びそれを用いた再生方法

2. 特許請求の範囲

1) 光を集束させて照射することにより所定の信号を記録及び再生することのできる光記録膜からなる少なくとも二層の記録層と、

これら記録層間に積層され、これら二つ以上の記録層が記録ないし再生に用いる光の焦点深度内に位置しないように各記録層間隔を離間する膜厚を有する透明材料から成る中間層とを含むことを特徴とする光記録媒体。

2) 光を集束させて照射することにより所定の信号を記録及び再生することのできる光記録膜からなる少なくとも二層の記録層と、これら記録層間に積層され、これら二つ以上の記録層が記録ないし再生に用いる光の焦点深度内に位置しないように各記録層間隔を離間する膜厚を有する透明材料から成る中間層とを含む光記録媒体における任意

の深さの記録層近傍に再生用の光が集束するように対物レンズを移動させた後に、フォーカスサーボ機構を作動させて対物レンズを通して集束される光の焦点位置を前記任意の深さの記録層に合わせ、その後、前記記録媒体を透過した光の強度変化を検出することにより情報を再生することを特徴とする再生方法。

3) 前記対物レンズを移動させる手段は、電流制御される対物レンズアクチュエータであることを特徴とする特許請求の範囲第2項に記載の再生方法。

3. 発明の詳細な説明

発明の技術分野

本発明は、体積記録密度を向上させた光記録媒体及びそれを用いた再生方法に関する。

発明の技術的背景ならびにその問題点

鉄、コバルトなどの遷移金属と、テルビウム(Tb)、ガドリニウム(Gd)などの希土類元素との合金からなる非晶質薄膜は、膜面と垂直な方向に磁化容易軸を有し、一方向に全面磁化された膜

面の一部に光を集束させて照射させることにより、この全面磁化方向とは逆向きの小さな反転磁区を形成することができることが知られている。この反転磁区の有無を「1」、「0」に対応させることによって、上記のような非晶質薄膜にデジタル信号を記録させる、いわゆる光磁気記録が可能となる。

このような光磁気記録は、面記録密度の点では従来の磁気記録に比べて優れるが、体積記録密度の点では劣ることもある。たとえば、〔横山氏によって報告されているように（横山：高密度磁気記録技術の研究 NHK放送技術研究所創立記念講演会予稿集14頁1985年6月5日）〕、通常の磁気記録を行う代表的な磁気記録媒体である家庭用 VTR では $188 \times 104 \times 25 \text{ mm}^3$ （ケースを含む）の体積で8時間のテレビジョン番組を記録できるのに対して、光磁気記録を行う光磁気媒体としての光磁気ディスクでは $334 \times 268 \times 7 \text{ mm}^3$ の体積で2時間の番組しか記録できない。すなわち、体積記録密度（収録可能時間

／記録媒体の体積）が、テープの場合には59秒／ cm^3 であるのに対し、ディスクの場合にはそれより少ない12秒／ cm^3 となる。これは、テープは薄く、何重にも重ね合わせてケースに入れることができるのに対して、光磁気記録方式等で用いられるディスクではその表面だけを二次元的にしか利用していないことが原因である。

ところで、ディスクという形状に由来する検索性の良さは、テープ方式に対するディスク方式の大きな長所である。そこで、光磁気記録の分野においても、このようなディスクが有する長所を生かし、しかも体積記録密度を向上させることが要請されている。特に、画像メモリとしての使用を考えた場合には、今後、高品位テレビなどにより記録すべき情報量は増加する一途であり、ディスク状記録媒体の体積記録密度を向上させる要求はますます高まっている。

一般的に、光を用いた記録再生システムにおいて記録容量を増すためには、記録ないし再生に用いる光をより小さく集光し、記録密度を上げれば

よい。しかし、集光できる大きさの下限は、用いる光の波長 λ と集光レンズの開口数（NA）とで決まっており、波長 λ が約800nmの光を1 μm 程度にまで集光している現在の状態よりさらに小さく集光するためには、より大きな開口数のレンズを用いなくてはならず、レンズが重く大きくなるため現実的な改善策とはなり得ない。また、光源として、より短い波長の光を用いることによってもより小さく集光することは可能ではあるが、この方法だけで記録密度を2倍にするためには、波長を半分にしなければならず、現在までの半導体レーザーの発振波長の短波長化の技術動向からすると、記録密度を2倍にするのも容易なことではない。

そこで、光記録における記録密度を増すために、光化学的孔焼成（PHB：Photochemical Hole Burning）などの現象を利用した波長領域での多重記録などの試み（たとえば、米国特許第4101976（1978）号）も行われているが、極低温でなければ現象が現れないという不都合や、量

子収率が十分でないなどの不都合があり、実用にはまだ解決しなければならない問題点が多く残されている。

また、光磁気記録の分野においては、媒体を多層化し、記録密度ないしデータ転送速度を大きくしようとする試み（たとえば、滝氏、松田氏及び水谷氏らによる、「二層光磁気記録媒体の再生波長依存性」第33回応用物理学関係連合講演会1986年春2D-H-7講演予稿集p.110）も行われているが、この技術によれば、異なる波長の光を用いて記録すべき層を識別するために、光学系が複雑になるうえ、光源として半導体レーザーを用いる場合には、変化させうる波長範囲も大きくはできないという不都合を有する。このような不都合は、光磁気記録に限らず、吸収波長の異なる多種類の色素から成る記録層群を基板上に積層した光記録における多層化の試み（たとえば、S.Oikawa他によるJapan Display, 38(1983)）においても同様である。

発明の目的

本発明は、このような実情に鑑みてなされたものであり、体積記録密度を数倍に高めることができるにもかかわらず、比較的単純かつ安価な再生装置で再生が可能な光記録媒体及びそれを用いた再生方法を提供することを目的とする。

発明の概要

かかる目的を達成するために、本発明に係る光記録媒体は、すでに実用に近い段階にまで発達している光記録に改良を加える研究と、極薄膜を積層した人工格子膜の研究とを通じて発明されたものであり、光を集束させて照射することにより所定の信号を記録及び再生することのできる光記録膜からなる少なくとも二層の記録層と、

これら記録層間に積層され、これら二つ以上の記録層が記録ないし再生に用いる光の焦点深度内に位置しないように各記録層間隔を離間する膜厚を有する透明材料から成る中間層とを含むことを特徴としている。

また、本発明に係る再生方法は、光を集束させて照射することにより所定の信号を記録及び再生

することのできる光記録膜からなる少なくとも二層の記録層と、これら記録層間に積層され、これら二つ以上の記録層が記録ないし再生に用いる光の焦点深度内に位置しないように各記録層間隔を離間する膜厚を有する透明材料から成る中間層とを含む光記録媒体における任意の深さの記録層近傍に再生用の光が集束するように対物レンズを移動させた後に、フォーカスサーボ機構を作動させて対物レンズを通して集束される光の焦点位置を前記任意の深さの記録層に合わせ、その後前記記録媒体を透過した光の強度変化を検出することにより情報を再生することの特徴としている。

このような本発明に係る光記録媒体によれば、光記録膜から成る記録層を少なくとも二層以上の n 層だけ積層してあるので、従来の光記録媒体に比較して、ほぼ同じ体積に n 倍の情報を記録することができる。したがって、本発明に係る光記録媒体によれば、より少ない記録媒体を用いて、テレビ信号等の高密度情報を長時間にわたって記録ないし再生することが可能となる。

このような本発明に係る光記録媒体の大きな長所は、記録再生装置は従来方式のものと基本的に同じものを使用して、記録容量の改善が図れることである。

特に、このような本発明に係る光記録媒体に記録された情報を再生するために、前述した本発明に係る再生方法を用いれば、従来用いていた再生装置の制御方法を少し変えるだけで簡単に言い得るので都合が良い。

発明の具体的説明

以下、本発明を図面に示す実施例に基づき詳細に説明する。

第1図は本発明の一実施例に係る光記録媒体の断面図、第2図(a)、(b)は本発明に係る光記録媒体の再生方法を示す概略図、第3図(a)、(b)は本発明に係る再生方法に用いるフォーカスサーボ機構の作用を示す図である。

第1図に示すように、本発明に係る光記録媒体10は、基板12上に記録層14と中間層16とを交互に積層し、表面に保護膜18を形成してあ

る構成を有する。第1図に示す実施例では、保護膜18と中間層16、16と基板12との間に記録層14を三層だけ積層してあるが、本発明はこれに限らず、それ以上積層させても良いし、または二層であっても良い。

〔基 板〕

基板12は、後述するように再生光を透過させることから、透明であることが好ましく、具体的にはガラスやアルミニウム等の無機材料の他に、ポリメチルメタクリレート、ポリカーボネート、ポリカーボネートとポリスチレンのポリマーアロイ、USP4614778で示されるような非晶質ポリオレフィン、ポリ4-メチル-1-ペンテン、エポキシ樹脂、ポリエーテルサルホフォン、ポリサルフォン、ポリエーテルイミド等の有機材料の使用ができる。

〔記録層〕

記録層14は、光を集束させて照射することにより所定の信号を記録及び再生することのできる光記録膜から成る。記録層14の特性は各層で同

一である必要はなく、厚さ、ファラデー回転角、組成などを必要に応じて層ごとに变化させることもできる。

記録層 14 を構成する光記録膜としては、たとえば、光磁気記録膜やホトクロミック材製光記録膜等が考えられるが、特にこれらに限定されない。本発明では、記録層 14 を構成する光記録膜としては、光磁気記録膜が好ましく用いられる。以下の説明では、記録層 14 として、光磁気記録膜を用いた場合を例として説明する。

光磁気記録膜は、鉄、コバルトなどの遷移金属と、テルビウム (Tb)、ガドリニウム (Gd) などの希土類元素との合金、もしくはその他の材質 (たとえばガーネットなどの酸化物磁性体) を含む合金等からなる非晶質薄膜であり、膜面と垂直な方向に磁化容易軸を有する。本発明では、記録層 14 を構成する光磁気記録膜は、特に限定されないが、たとえば下記に示す成分から成っている。

光磁気記録膜は、一般に、(i) 3d 遷移金属から選ばれる少なくとも 1 種と、(ii) 希土類か

ら選ばれる少なくとも 1 種の元素と、(iii) その他の元素とからなっている。

(i) 3d 遷移金属としては、Fe、Co、Ti、V、Cr、Mn、Ni、Cu、Zn などが用いられるが、このうち Fe または Co あるいはこの両者であることが好ましい。

この 3d 遷移金属は、光磁気記録膜中に、好ましくは 5~80 原子% より好ましくは 5~75 原子% とくに好ましくは 5~70 原子% の量で存在している。

光磁気記録膜は、上記 (i) に加えて、(ii) 下記の群から選ばれる少なくとも 1 種の希土類元素を含んで構成されている。

Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu

このうち Gd、Tb、Dy、Ho、Nd、Sm、Pr が好ましく用いられる。

上記のような群から選ばれる少なくとも 1 種の希土類元素は、光磁気記録膜中に、好ましくは 5

~50 原子% さらに好ましくは 8~45 原子% とくに好ましくは 10~40 原子% の量で存在している。

上記のような組成を有する光磁気記録膜は、膜面に垂直な磁化容易軸を有し、多くはカー・ヒステリシスが良好な角形ループを示す垂直磁気および光磁気記録可能な非晶質薄膜となることが、広角 X 線回折などにより確かめられる。

なお、カー・ヒステリシスが良好な角形ループを示すとは、最大外部磁場におけるカー回転角である飽和カー回転角 (θk_1) と外部磁場ゼロにおけるカー回転角である残留カー回転角 (θk_2) との比 $\theta k_2 / \theta k_1$ がたとえば 0.8 以上であることを意味している。

[中間層及び保護膜]

記録層 14 が、前述した光磁気記録膜である場合には、中間層 16 は、各記録層 14 間の相互作用を制御して、各記録層 14 が独立に磁区模様を形成し、かつ保持できるようにするためのものであり、その材質として、記録光を透過できる程度

の透明性と、各記録層 14 に磁氣的影響を与えない非磁性とが要求される。しかも、この中間層 16 の膜厚は、後述するような条件を基に決定される。

保護膜 18 は、最外層側の記録層 14 を保護するためのものであり、その材質として、記録光を透過させ得る透明性と、記録層 14 に磁氣的影響を与えない非磁性とが要求される。

上記条件を満足させ得る中間層 16 及び記録層 18 の材質としては、二酸化珪素 (SiO_2) 等の無機材料等が好ましく用いられるが、その他の材料を用いても良い。

[膜 厚]

本発明に係る中間層 16 の膜厚は次のような 2 条件を満足するように決定される。

① まず第 1 に、2 つ以上の記録層 14 が同時に記録光の焦点深度内に入らないことが必要である。所定の信号を記録層に記憶させるための集束された記録光の焦点深度内に、2 つ以上の記録層が同時に入ると、それらの記録層には記録光によって

同一の信号が記憶されてしまうからである。

②第2に、記録層14間の相互作用を制御して、各層が独立に磁区模様を形成し、保持できるような磁氣的性質を持たせるだけの厚さがあることが必要である。記録層14の間隔があまりに狭いと、一方の記録層14に記憶されている信号に対応する磁化によって、他方の記録層14に記憶されている信号に対応する磁化が影響を受けてしまい、誤信号が記憶されてしまう虞があるからである。

今村氏によれば(今村:テレビジョン学会誌39, 365(1985))、記録ないし再生に用いられる光の波長を λ 、対物レンズの開口数をNAとすると、焦点深度は $\lambda/(NA)^2$ で与えられる。 $\lambda=0.8\mu m$ 、 $NA=0.7$ とすれば、焦点深度は $1.6\mu m$ となるので、中間層16の膜厚は最低これだけ($1.6\mu m$)あればよい。これだけの膜厚があれば上記②の条件も満足される。中間層16が厚ければ厚いほど記録ないし再生時に各記録層14を区別するのは容易になるが、作製上の効率も考慮して中間層16の膜厚は決定される。

②第2に、本発明の記録媒体10に記録された情報は、媒体を透過した光を検出することにより再生されるため、光は媒体10を透過しなければならないことから、記録層14はできるだけ薄くする必要がある。記録層14として非晶質希土類-遷移金属合金を用いる場合には、光が透過する最大の記録層全体の膜厚は約500Åである。

③第3に、透過光による再生方式の場合には記録層14からの信号の強弱は記録層14の膜の厚さに比例しているため、検出する信号を明瞭にするためには、記録層14の膜厚は厚い方がよい。

記録層14の最適な膜厚は、これらの3条件を満たすように、層数、記録に用いる光の波長、記録層での光の吸収率、光検出器の感度などを考慮して決定される。具体的には、記録層14の膜厚は、20~500Åの範囲にあり、特に好ましくは50~300Åが良い。

なお、保護膜18の膜厚としては、最外層側の記録層14を保護するに必要十分な厚さであれば良く、特に限定されないが、たとえば500Å程

具体的には、中間層16の膜厚は、1.6~50 μm の範囲にあり、特に好ましくは、1.6~10 μm が良い。

また、本発明に係る記録媒体10において、記録層14の最適膜厚を決めるためには以下の3条件を考慮する必要がある。

①第1に、光磁気記録媒体10においては、記録密度を大きくするために、記録層14は安定な垂直磁化を示す必要があるが、そのためにはある程度以上の膜厚が記録層14になくなくてはならない。光磁気記録材料であるTb-Fe膜では、膜厚が200Å程度より薄いと垂直磁化膜にならないといわれている。しかしながら、本発明のように記録層14を多層化した場合には、一層あたりの膜厚を20Åまで薄くしても各層は垂直磁化を示し、光磁気記録が可能になることが知られている。

Y.Tagami, F.Ohtaki, T.Horishika and K.Tushima, Proc of International Symposium on Physics of Magnetic Materials(world Scientific, Singapore, 1987)p.275.

度で良い。また、基板12の厚さとしては、記録媒体10全体に適度な剛性を付与するに十分な厚さであれば良く、特に限定されない。

[記録原理]

次に、前述の光磁気記録媒体10に所定の信号を記録する際の原理について第1図に基づき説明する。

各記録層14は、記録光A, B, Cの焦点深度内に二つ以上の層が同時に存在しないように中間層16によって隔てられているため、各記録光A, B, Cは、それぞれ唯一の記録層14のみに焦点を合わせることができるようになっている。記録光A, B, Cは、同一の光源から発せられるレーザー光等の光であり、フォーカスサーボ機構によって各記録層14に焦点が合うように制御される。フォーカスサーボ機構とは、レーザー光等の光の集束位置を制御するためにレンズを光の進行方向に進退移動させるための機構であり、レーザーディスクプレーヤ等でも使用されている。本発明で用いられるフォーカスサーボ機構の作用に

については後述する。

フォーカスサーボ機構によって焦点の合った記録層 14 には、通常の光磁気記録と同じ原理により情報を記録することができる。焦点の合わない記録層 14 では、レーザー光による温度上昇が十分でないため、磁化の状態の変化（記録、消去）は起こらない。

〔再生原理〕

このようにして信号ないし情報（信号の集合）記録した光記録媒体 10 から、記録された信号ないし情報を読み取る（再生）には、表面の記録層 14 だけでなく、内部の記録層 14 に記録された情報をも検出するために、記録層 14 を透過した光の強度を検出する。記録層 14 が前述の光磁気記録膜である場合には、入射光が各記録層 14 において受ける偏光面の回転を、検光子により光の強度変化として検出する。

どの深さの記録層に焦点を合わせるかは、前述した記録原理の場合と同様にしてフォーカスサーボ機構によって制御される。記録された情報を再

生するために用いる再生光は、焦点の合った記録層 14 の状態に応じて強度変化を受け、焦点のあっていない層の影響を受けない。これは、次のような理由による。

すなわち、第 2 図に示すように、記録層 14 が前述の光磁気記録膜である場合を例にとると、信号を再生すべき記録層 14 a 以外の各記録層 14 b、14 c の磁化は、同図 (a) に示すように磁化方向が一樣であるか（記録前）、同図 (b) に示すように相異なる磁化方向がほぼ同数混ざっている（記録後）かのどちらかである。したがって、再生光 D の焦点があっていない記録層 14 b、14 c の磁化は、第 2 図 (a) に示すように記録前の場合には一方向に磁化された記録層 14 b の信号が混じることから再生信号の直流（DC）成分を変化させるのみであり、同図 (b) に示すように記録後の場合にはそこに拡散された再生光 D が照射されることから磁化方向の相異なる信号が打ち消し合って再生信号に影響を与えない。したがって、このような再生方法により、多層化した記録

層 14 における各層の磁化状態を分離して検出することができる。

〔フォーカスサーボ機構〕

本発明に係る記録媒体 10 の記録ないし再生におけるフォーカスサーボ機構の方式としては、非点収差法、臨界角法など公知の技術を用いることができる。公知のフォーカスサーボ方式に改良にくだることにより、任意の深さの層に記録光もしくは再生光の焦点を合わせることができる。従来のように記録層が一層の場合には、記録媒体に記録光もしくは再生光を集光する対物レンズの位置とフォーカスサーボ機構におけるフォーカス誤差信号電圧との関係（Sカーブ）は、第 3 図 (a) に示したようになる。これと、基準電圧との差が 0 になるように負帰還回路により対物レンズアクチュエータに電流を流し、記録層と対物レンズとの距離を一定に保つ。記録層が多層の場合には、そのフォーカス誤差信号電圧は、第 3 図 (a) の曲線を Z 方向にずらして重ねたものになる。第 3 図 (b) は、そのようにして 3 層の記録層 14 を持つ

記録媒体からのフォーカス誤差信号電圧を、対物レンズから遠い層からの信号が吸収により弱くなることも考慮にいて計算により求めたものである。第 3 図 (b) に①、②、③と示したように、各層に関して Sカーブが形成されているので、任意の一つの層を選んで、その層にフォーカスサーボをかけることが可能である。なお、負帰還をかけることができるのは、Sカーブが負の傾きを持つ領域のみである。

記録層と対物レンズとの距離は、対物レンズアクチュエータに流す電流により変えることができるので、対物レンズアクチュエータに流す電流の直流成分を変化させることにより、任意の一つの層を選択し、その記録層近傍に再生用の光が集束するように対物レンズを移動させた後に、その選択された記録層についてフォーカスサーボをかければよい。このような改良をくわえたフォーカスサーボ機構をもつ記録再生装置によれば、多層の光磁気記録媒体 10 の各層を独立にアドレスして情報を記録再生することができる。

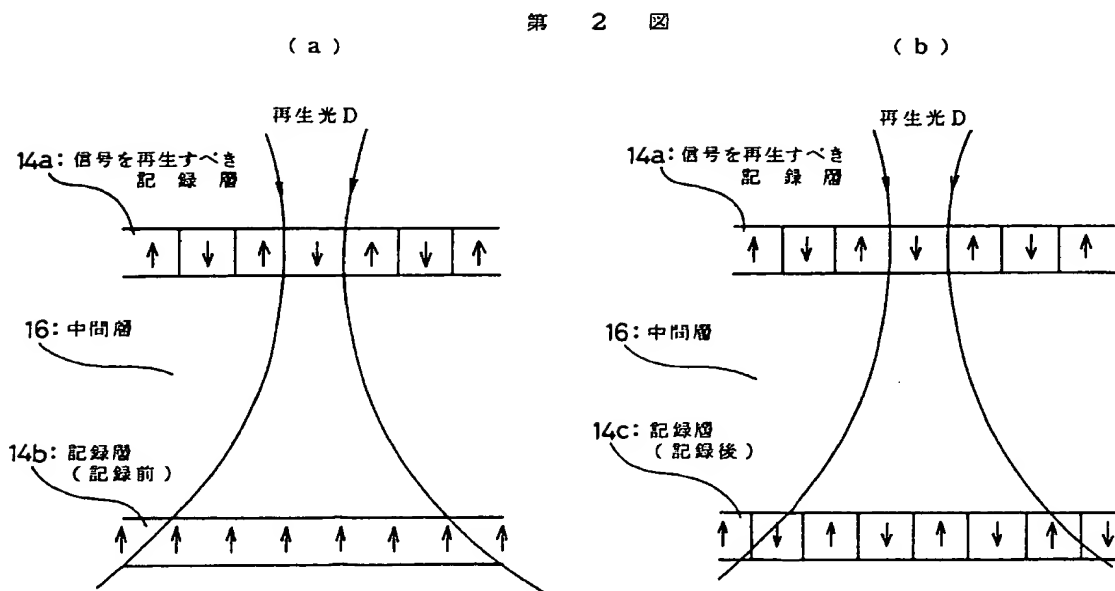
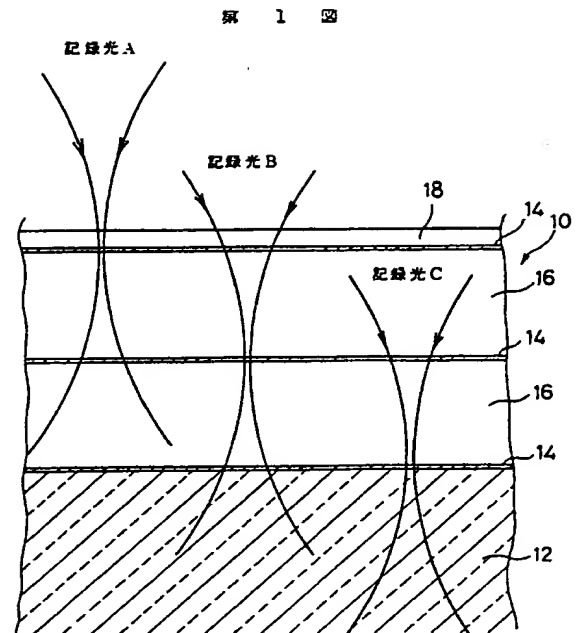
発明の効果

以上説明してきたように、本発明によれば、記録ないし再生に用いる光の焦点深度内に位置しないように各記録層間隔を離間するように記録層を積層させるようにしたので、記録媒体の体積記録密度を数倍に高めることができるにもかかわらず、特殊な記録再生装置を用いることなく、従来からある比較的単純かつ安価な記録再生装置の制御方法を少し変えることによって容易に記録ないし再生が可能になるという優れた効果を奏する。

4. 図面の簡単な説明

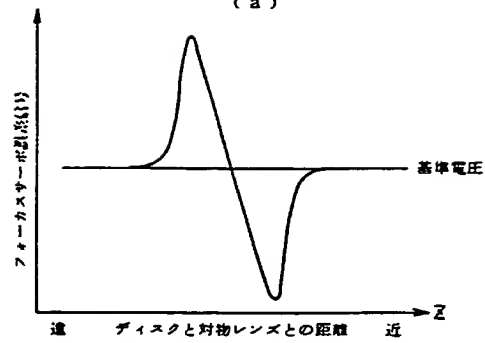
第1図は本発明の一実施例に係る光記録媒体の断面図、第2図(a)、(b)は本発明に係る光記録媒体の再生方法を示す概略図、第3図(a)、(b)は本発明に係る再生方法に用いるフォーカサー機構の作用を示す図である。

- | | |
|----------|----------|
| 10…光記録媒体 | 12…基 板 |
| 14…記 録 層 | 16…中 間 層 |
| 18…保 護 層 | |

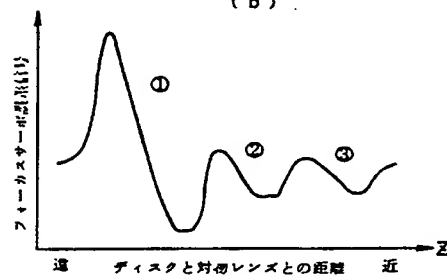


第 3 図

(a)



(b)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)

This Page Blank (uspto)